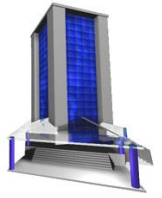




Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia de Materiais e Construção
Curso de Especialização em Construção Civil



Monografia

REVESTIMENTOS DE PISO PARA RESTAURANTES E COZINHAS INDUSTRIAIS

Autor: Fernanda Caldeira de Lacerda
Orientador: Prof. Dr. Adriano de Paula e Silva

Março/2014

FERNANDA CALDEIRA DE LACERDA

**REVESTIMENTOS DE PISO PARA RESTAURANTES E COZINHAS
INDUSTRIAIS**

Monografia apresentada ao Curso de
Especialização em Construção Civil da
Escola de Engenharia da UFMG.

Ênfase: Gestão e tecnologia na
construção civil

Orientador: Prof. Dr. Adriano de Paula
e Silva

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG
2014

Dedico à minha família, por todo o carinho e apoio durante o curso de especialização.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Dr. Adriano de Paula e Silva pela orientação neste trabalho.

Aos professores do curso de Especialização em Construção Civil, por todo o conhecimento transmitido durante este ano.

Aos meus colegas do curso, pelo excelente convívio e espírito cooperativo.

SUMÁRIO

RESUMO	11
1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1. Sistemas de Pisos	15
3.2. Revestimentos para pisos em Cozinhas Industriais	16
3.3. Revestimento Cerâmico	18
3.3.1. Placa Cerâmica	19
3.3.2. Procedimentos de Execução	27
3.4. Revestimento de Alto Desempenho (RAD)	37
3.4.1. Resina Epóxi	38
3.4.2. Resina Metilmetacrilato (MMA)	40
3.4.3. Resina Poliuretana	41
3.4.4. Procedimentos de Execução	42
4. ESTUDOS DE CASO – EXEMPLOS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	47
4.1. Revestimento Cerâmico	48
4.2. Revestimento de Alto Desempenho (RAD)	54
5. ANÁLISE COMPARATIVA DOS REVESTIMENTOS DE PISO	56

6. CONCLUSÃO.....	62
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo genérico de um sistema de piso e seus elementos	15
Figura 2: Ralo sifonado e canaleta em aço inox	17
Figura 3: Placa cerâmica extrudada com tardez branco e mono-orientado....	20
Figura 4: Placa cerâmica prensada com tardez vermelho e polidirecionado..	20
Figura 5: Aparelho para determinar o módulo de resistência à flexão e a carga de ruptura.....	22
Figura 6: Imagem do equipamento realizado para o teste e exemplo de peça que apresenta gretagem	24
Figura 7: Seção genérica da estrutura de um piso	28
Figura 8: Desenho esquemático dos tipos de juntas	30
Figura 9: Detalhe da junta com selante flexível	31
Figura 10: Pasta de argamassa colante que deve preencher irregularidades da superfície do contrapiso e da base das placas cerâmicas.....	32
Figura 11: Preparo do contrapiso.....	34
Figura 12: Preenchimento prévio das reentrâncias do tardez das placas cerâmicas com argamassa colante.....	35
Figura 13: Alinhamento das juntas.....	35
Figura 14: Rejuntamento do revestimento cerâmico	36
Figura 15: Revestimento epóxi multicamada	39

Figura 16: Execução do revestimento epóxi espatulado.....	43
Figura 17: Aplicação do revestimento epóxi autonivelante	44
Figura 18: Aplicação do revestimento epóxi multicamadas	45
Figura 19: Aplicação de pintura epóxi.....	46
Figura 20: Descolamento do revestimento cerâmico extrudado	49
Figura 21: Quebra da quina da peça cerâmica extrudada	50
Figura 22: Manchas de umidade em revestimento cerâmico prensado.....	51
Figura 23: Manchas de umidade em revestimento cerâmico	51
Figura 24: Manchas de umidade em revestimento cerâmico	52
Figura 25: Descolamento de placa cerâmica prensada.....	52
Figura 26: Descolamento de placa cerâmica prensada.....	53
Figura 27: Revestimento de Alto Desempenho executado em Agosto/2012..	55
Figura 28: Desgaste superficial do revestimento em Junho/2013.	55
Figura 29: Exemplo de equipamentos existentes em cozinhas industriais: forno e caldeirões à esquerda; refrigeradores à direita.....	56
Figura 30: Áreas sujeitas a muita umidade: higienização de panelas à esquerda e higienização de pratos e talheres à direita.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Grupo de absorção de água (produtos prensados) conforme ISO 13006 / NBR 13818:1997 / NBR 15463:2007	21
Tabela 2: Combinação da classificação dos grupos de absorção de água com os métodos de fabricação	21
Tabela 3: Classificação dos resultados do ensaio de resistência ao manchamento	25
Tabela 4: Tipos de Argamassa Colante e suas aplicações.....	28
Tabela 5: Critérios de Desempenho dos RAD	38
Tabela 6: Características técnicas de diferentes tipos de revestimento.....	58
Tabela 7: Comparação do preço/m ² de revestimentos de piso	60

LISTA DE NOTAÇÕES E ABREVIATURAS

ABAL = Associação Brasileira do Alumínio

ABNT = Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANVISA = Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CVS = Centro de Vigilância Sanitária

EPU = Expansão por umidade

MMA = Metilmetacrilato

NBR = Norma Brasileira

PEI = Porcelain Enamel Institute

RAD = Revestimento de Alto Desempenho

RDC = Resolução da Diretoria Colegiada

RESUMO

Restaurantes e cozinhas industriais são ambientes complexos que devem ser projetados visando garantir conforto ambiental, funcionalidade e evitando riscos de contaminação alimentar e acidentes do trabalho. A presente monografia tem como objetivo analisar os revestimentos de pisos comumente utilizados em cozinhas industriais e suas condições de uso. Essa análise foi realizada selecionando os tipos de revestimento mais utilizados nesses ambientes: cerâmico e resinado. A partir disso, foi feita a revisão bibliográfica para levantar as características técnicas desses revestimentos. Em seguida, foram realizadas visitas em unidades de alimentação coletiva para avaliar as condições de uso dos pisos e identificar possíveis manifestações patológicas. Com as informações levantadas pela revisão bibliográfica e os estudos de caso, foi possível estabelecer um comparativo técnico-financeiro dos tipos de revestimentos aqui analisados e estabelecer critérios para a especificação adequada de revestimento de piso para restaurantes e cozinhas industriais.

1. INTRODUÇÃO

Nos primórdios, uma das principais preocupações do homem era conseguir alimentos para garantir sua subsistência. A evolução do processo repercutiu em maior comodidade ao homem contemporâneo que não precisa se preocupar tanto em obter comida, já que ela está amplamente disponível nas cidades. Em paralelo, há o aumento das refeições realizadas fora do lar, devido ao estilo de vida atual no qual o tempo é um recurso escasso. Diante de um mercado de trabalho cada vez mais competitivo, a busca incessante pelo uso eficiente do tempo e maior produtividade conduziu a instalação de restaurantes cada vez mais próximos das empresas. Com esta solução, obteve-se uma redução no tempo gasto com o deslocamento para realizar as refeições.

Nestes restaurantes e cozinhas industriais há exigências específicas a serem consideradas devido ao grande volume de refeições produzidas. Estes espaços devem garantir condições de estocagem, de preparo, de manipulação, distribuição de refeições e higienização sem riscos de contaminação alimentar. Para que cumpram a função desejada, é essencial que os materiais especificados apresentem um desempenho técnico coerente com o local ao qual se destinam. Para isso, devem-se analisar as propriedades

dos materiais, identificar as características do local onde serão aplicados e realizar uma análise conjunta do aspecto estético, financeiro e técnico. Estes locais estão sujeitos a diversos fatores que devem ser considerados na especificação. O presente trabalho visa assim identificar os tipos de revestimentos de piso disponíveis no mercado que são mais utilizados em restaurantes e cozinhas industriais, caracterizá-los e verificar se atendem aos requisitos levantados. Ao final do trabalho, espera-se obter um comparativo dos materiais analisados. Pretende-se assim auxiliar arquitetos, engenheiros, construtores e demais envolvidos na especificação de pisos em construções ou reforma de restaurantes e cozinhas industriais.

2. OBJETIVOS

- Identificar e caracterizar os tipos de revestimentos de piso disponíveis no mercado que são mais utilizados em restaurantes e cozinhas industriais;
- Realizar estudos de caso para identificar exemplos de manifestações patológicas que ocorrem em pisos de cozinhas industriais e possíveis causas;
- Estabelecer um comparativo técnico-financeiro dos revestimentos de piso estudados.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. *Sistemas de Pisos*

De acordo com a NBR 15575-3 (2013, p.7), o piso é um “sistema horizontal ou inclinado composto por um conjunto parcial ou total de camadas [...] destinado a atender a função de estrutura, vedação e tráfego”. O sistema de piso envolve a camada estrutural, a impermeabilização, o isolamento térmico ou acústico, o contrapiso e a camada de acabamento (Figura 1).



Figura 1: Exemplo genérico de um sistema de piso e seus elementos

Fonte: NBR 15575-3, 2013, p.07.

A camada estrutural é a que resiste às cargas que o sistema de piso está submetido. A impermeabilização protege “contra a ação deletéria de fluidos, vapores e da umidade” (NBR 15575-3, 2013, p.7). O isolamento térmico ou acústico tem o objetivo de proteger contra, respectivamente, as variações de temperatura e a passagem de ruídos. O contrapiso regulariza o substrato

“proporcionando uma superfície uniforme de apoio, coesa, aderido ou não e adequada à camada de acabamento, podendo eventualmente servir como camada de embutimento, caimento ou declividade” (NBR 15575-3, 2013, p.8). Já a camada de acabamento visa revestir a superfície, protegendo-a e proporcionando um acabamento estético e funcional.

Percebe-se assim que alguns requisitos de desempenho do piso irão depender de todo o sistema. Por exemplo, o desempenho estrutural, a segurança ao fogo, a estanqueidade, a durabilidade e a manutenibilidade. Outros requisitos dependem somente da camada de acabamento, como é o caso do coeficiente de atrito, resistência ao ataque químico, resistência ao desgaste por abrasão, planicidade, etc. O foco deste trabalho são as camadas de acabamento cujo material a ser utilizado irá depender do uso ao qual a edificação se destina.

3.2. *Revestimentos para pisos em Cozinhas Industriais*

Segundo GARCIA (2006, p.2), a qualidade do pavimento depende de diversos fatores interligados entre si: o projeto estrutural, a qualidade dos materiais utilizados, a qualidade da execução, o uso adequado, a conservação e a manutenção periódica.

No caso de cozinhas industriais, não existe uma norma técnica que especifique os tipos de revestimentos adequados para piso. A Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária nº 216, descreve as características que este material deve ter. Segundo ela, o revestimento deve ser “liso, impermeável e lavável. Devem ser mantidos íntegros, conservados, livres de rachaduras, trincas, goteiras, vazamentos, infiltrações, bolores, descascamentos, dentre outros e não devem transmitir contaminantes aos alimentos”.

A Portaria CVS 06-99 de 10/03/99 complementa informando que o material do piso deve ser resistente, de cores claras, antiderrapante, resistente ao ataque de substâncias corrosivas e de fácil higienização. Além disso, “deve ter inclinação suficiente em direção aos ralos, não permitindo que a água fique estagnada. Em áreas que permitam existência, os ralos devem ser sifonados, e as grelhas devem possuir dispositivos que permitam o fechamento” (PORTARIA CVS, 1999, p.4) (Figura 2).



Figura 2: Ralo sifonado e canaleta em aço inox
Fonte: MULTINOX.

Segundo a RDC50/02 de 21/02/2002, a especificação dos materiais de acabamento deve considerar fatores como “durabilidade, facilidade de manutenção e limpeza, efeito estético [...], desempenho acústico e térmico, facilidade de reposição, garantia de continuidade de produção, resistência ao fogo e a produtos químicos” (MINAS GERAIS, 2006, p.1).

A seguir serão analisadas as características dos revestimentos de pisos disponíveis no mercado que são mais utilizados neste tipo de ambiente, para verificar se atendem a todas estas exigências.

3.3. *Revestimento Cerâmico*

A NBR 13816 (1997, p.1) define revestimento cerâmico como o “conjunto formado pelas placas cerâmicas, pela argamassa de assentamento e pelo rejunte”. Segundo FIORITO (1994, p.23), esses revestimentos são formados por várias camadas de materiais distintos e interligados. Por esse motivo, a deformação de uma das camadas irá ocasionar tensões no conjunto como um todo.

3.3.1. Placa Cerâmica

Conforme explica CARVALHO JUNIOR (2005), a placa cerâmica é composta por “uma camada de base (‘biscoito’) constituída de argilas plásticas, quartzo, caulim e fundentes e uma camada de cobertura esmaltada vidrada constituída de quartzo finamente moído, óxido de chumbo, estanho e óxidos coloridos” (2005, p.2). As matérias-primas constituintes da placa cerâmica e seu processo de fabricação irão definir o grau de vitrificação (porosidade) e, conseqüentemente, o seu desempenho técnico. Quanto maior a vitrificação, maior o desempenho técnico, exceto em relação à resistência ao choque mecânico de corpos rígidos que é inversamente proporcional.

A NBR13817 (1997) define diversos critérios de classificação das placas cerâmicas: presença ou não de esmalte, método de fabricação (prensado, extrudado, outros), grupo de absorção de água, resistência à abrasão superficial, resistência ao manchamento, resistência ao ataque de agentes químicos ou aspecto superficial/análise visual. Com relação ao método de fabricação, as placas extrudadas são produzidas com garras mono-orientadas no tardo¹ e com saliências maiores, enquanto as placas prensadas possuem garras polidirecionadas e com saliências menores (Figura 3 e Figura 4). As

¹ Tardo: Face da placa cerâmica que fica em contato com a argamassa de assentamento.

placas cerâmicas com tardoaz branco possuem menor teor de óxido de ferro do que as de tardoaz vermelho e, por isso, possuem maior resistência.

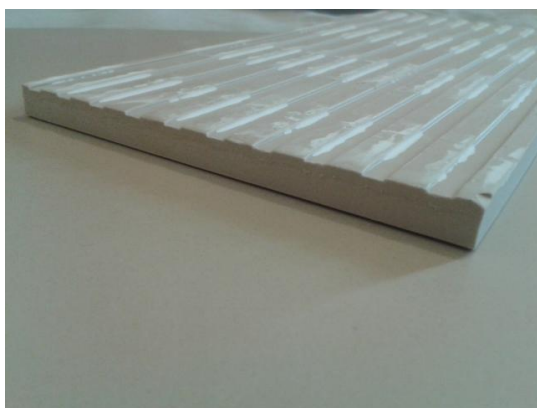


Figura 3: Placa cerâmica extrudada com tardoaz branco e mono-orientado

Fonte: Acervo pessoal.



Figura 4: Placa cerâmica prensada com tardoaz vermelho e polidirecionado

Fonte: Acervo pessoal.

Além das classificações normativas, há também a classificação comercial que se baseia nos grupos de absorção de água, separados da seguinte forma: Porcelanato Técnico e Esmaltado; Grês; Semi-grês; Semi-poroso; Poroso; Clinker e Cotto. O Clinker é definido como material produzido pelo processo de extrusão, apresentando elevada resistência mecânica. Já o Cotto é definido como produto não esmaltado. Os demais, produzidos por prensagem, são classificados da forma a seguir (Tabela 1):

Tabela 1: Grupo de absorção de água (produtos prensados) conforme ISO 13006 / NBR 13818:1997 / NBR 15463:2007

FONTE: ATLAS, 2013, p.2.

Produto Cerâmico	Classificação ISO13006 / NBR13818 NBR 15463	Absorção de Água (%)
Porcelanato	Técnico	≤ 0,1%
Porcelanato	Esmaltado	≤ 0,5%
Grês	B1b	0,5% ≤ 3,0%
Semi-grês	B1a	3,0% ≤ 6,0%
Semi-poroso	B11b	6,0% ≤ 10%
Poroso	B111	10% ≤ 20%

As propriedades das placas cerâmicas variam conforme a constituição, o cozimento, processo de moldagem, etc. A NBR 13818 (1997) especifica as características e seus respectivos métodos de ensaio. As mais relevantes para o presente estudo serão descritas a seguir:

a. *Absorção de Água (Abs)*

Pode ser relacionada com os métodos de fabricação da seguinte forma:

Tabela 2: Combinação da classificação dos grupos de absorção de água com os métodos de fabricação

FONTE: FERREIRA, 2010, p.10.

Grupos		Métodos de fabricação			
		Absorção (%)	Extrusão A	Prensagem B	Outros C
I	Ia	Abs ≤ 0,5	A1	B1a	C1
	Ib	0,5 < Abs ≤ 0,3		B1b	
II	IIa	3,0 < Abs ≤ 6,0	A11a	B11a	C11
	IIb	6,0 < Abs ≤ 10,0		B11b	
III		Abs > 10,0	A111	B111	C111

Notas: Como o método de fabricação A subentende uma produção muito pequena e o método C atualmente não existe, a classificação restringe-se, para efeitos comuns, aos cinco grupos de prensados B. A ISO 13006 distingue no grupo A11a e A11b dois subgrupos para cada um, mas a NBR 13818 não menciona essa subdivisão, levando em conta a realidade brasileira.

É importante ressaltar que a NBR13818 (1997) “quantifica apenas a porosidade aberta do material, ou seja, poros que possuem comunicação com o exterior. Os poros internos, que não permitem a penetração de água, não são quantificados” (ABITANTE, 1996 citado por SOARES, 2009, p.24).

b. *Carga de Ruptura e Módulo de Resistência à Flexão*

A carga de ruptura (CR, em Newton) é determinada pela força de ruptura (F, em Newton) multiplicada pela distância entre as barras de apoio (L, em milímetros) cujo resultado é dividido pela largura do corpo-de-prova ao longo da ruptura após ensaio (b, em milímetros) (Figura 5). (NBR 13818, 1997, p.14).

$$CR = \frac{F \times L}{b}$$

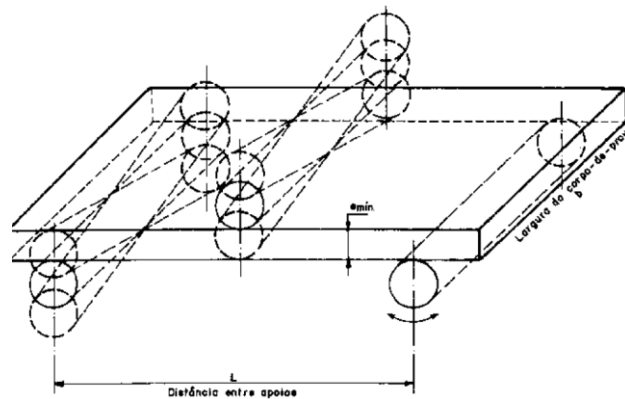


Figura 5: Aparelho para determinar o módulo de resistência à flexão e a carga de ruptura

Fonte: NBR 13818, 1997, p.15.

Quanto maior a espessura de uma placa cerâmica, maior será sua carga de ruptura. Já o módulo de resistência à flexão (MRF), refere-se “a seção transversal de perfil retangular.” (NBR 13818, 1997, p.16) É determinado pela equação:

$$MRF = \frac{3F \times L}{2b \times e_{min}^2}$$

Placas cerâmicas “com diferentes espessuras e mesma massa tendem a ter o mesmo módulo” (NBR 13818, 1997, p.16).

c. *Resistência à abrasão*

Consiste na resistência ao desgaste superficial ocasionado pela movimentação de pessoas e objetos. “Este ensaio é realizado com os revestimentos cerâmicos esmaltados e, quanto maior o PEI, numa escala que vai até 5, maior é a resistência de sua superfície em relação ao desgaste provocado por materiais abrasivos” (ELIANE, 2013, p.10).

A ação abrasiva nas placas cerâmicas pode ocasionar a perda progressiva do material que reveste a superfície da peça, alteração da aparência superficial e “aumento da tendência à impregnação de sujeira, como resultado do aumento da porosidade superficial” (ABITANTE, 1996, p.13 citado por SOARES, 2009,

p.24). Tal resistência à abrasão é essencial em cozinhas industriais onde o tráfego é intenso e a exigência por limpeza é alta.

d. *Gretagem*

Consiste em fissuras capilares que aparecem na camada esmaltada do revestimento devido à diferença de dilatação entre a massa e o esmalte (Figura 6).



Figura 6: Imagem do equipamento realizado para o teste e exemplo de peça que apresenta gretagem

Fonte: CERÂMICA PORTO FERREIRA.

e. *Expansão por Umidade*

Consiste na variação volumétrica da placa cerâmica devido a rehidratação da fase amorfa da argila mineral em presença de água adsorvida (interação física entre superfícies de dois materiais distintos).

f. *Dureza Mohs*

É determinada pelos riscos visíveis existentes na superfície do revestimento, decorrentes da aplicação dos minerais de ensaio.

g. *Resistência ao Manchamento*

A NBR 13818 (1997, p.29) define o procedimento para determinar a resistência ao manchamento como o seguinte: aplicação de agentes manchantes sobre a superfície das placas cerâmicas seguida por tentativas de remoção da mancha com água quente, produto de limpeza fraco, produto de limpeza forte e processo de imersão em reagente ou solvente indicado. Após cada processo de limpeza, os corpos-de-prova são secos e sua superfície é examinada a olho nu ou com óculos. Se a mancha tiver sido removida, registra-se a classe de resistência às manchas. Caso contrário, passa-se para o processo de limpeza seguinte. Deste processo, resulta a seguinte escala de limpabilidade (Tabela 3):

Tabela 3: Classificação dos resultados do ensaio de resistência ao manchamento
FONTE: (ADAPTADO DE) NBR 13818, 1997, p.30.

Classe 1	Impossibilidade de remoção da mancha
Classe 2	Remoção de manchas por processo de imersão em reagente ou solvente indicado
Classe 3	Remoção de manchas com produto de limpeza forte
Classe 4	Remoção de manchas com produto de limpeza fraco
Classe 5	Maior facilidade de remoção da mancha

h. *Resistência Química*

Subdivide-se em resistência aos ácidos de baixa concentração ou alta concentração e álcalis de baixa concentração ou alta concentração.

i. *Resistência ao Congelamento*

Resistência da placa ao processo de gelo-degelo.

j. *Dilatação Térmica*

Trata-se da expansão do comprimento inicial da placa cerâmica quando submetida ao calor.

k. *Choque Térmico*

Resistência da placa cerâmica a altas temperaturas.

l. *Atrito*

É determinado pela NBR 13818 (1997) através de um deslizador movimentando-se em velocidade constante em uma superfície horizontal. Recomenda-se um coeficiente de atrito maior ou igual a 0,4 em locais onde é exigido resistência ao escorregamento.

m. *Resistência ao Impacto*

É determinado pelo cálculo do coeficiente de restituição de uma esfera que impacta uma superfície estática horizontal. Quanto maior o coeficiente, maior a resistência ao impacto.

n. *Determinação da Ausência de Chumbo e Cádmio*

É determinada pela NBR 13818 (1997) através do “método da química analítica qualitativa”. A presença de cádmio evidencia-se pela formação de um precipitado amarelo enquanto a presença de chumbo se manifesta pela formação de um precipitado de cor vermelho-escuro para preto.

3.3.2. *Procedimentos de Execução*

No caso da aplicação de revestimento cerâmico, seu início deve ser após a conclusão do “revestimento de paredes, revestimento de tetos, fixação de caixilhos, execução da impermeabilização, instalação de tubulações embutidas nos pisos, ensaio das tubulações existentes quanto à estanqueidade” (NBR 13753, 1996, p.4).

Com base nas recomendações da NBR 14081 (1998) (Tabela 4), o revestimento de piso de cozinhas industriais deve ser assentado com

argamassa colante do tipo III, de alta resistência. Seu início deve aguardar o prazo mínimo de cura da base ou contrapiso ou, caso não haja processo de cura, o assentamento deverá ser pelo menos “28 dias após a concretagem da base ou 14 dias após a execução do contrapiso” (NBR 13753, 1996, p.4).

Tabela 4: Tipos de Argamassa Colante e suas aplicações

Fonte: CARVALHO JUNIOR, 2005a, p.6.

Tipo de Argamassa Colante	Aplicações	Tempo em aberto (minutos)
AC-I	Ambientes internos exceto saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais.	≥ 15
AC-II	Pisos e paredes externos.	≥ 20
AC-III	Onde se necessita de alta resistência à tensões de cisalhamento, apresentando aderência superior aos dois tipos anteriores.	≥ 20
AC-III-E	Similar ao tipo AC-III, mas com tempo em aberto estendido.	≥ 30

No caso em que a base é laje de concreto armado, também será necessário o preparo do contrapiso, pois o assentamento de adesivos demanda uma base sarrafeada e desempenada.

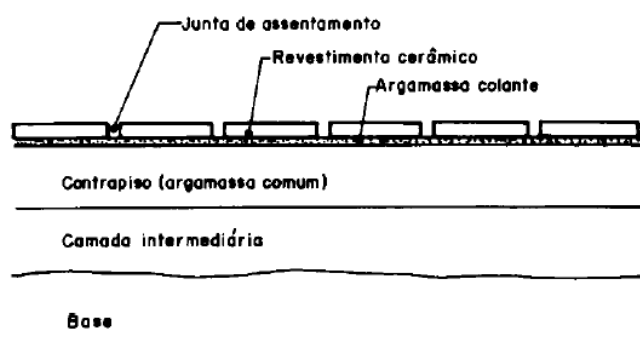


Figura 7: Seção genérica da estrutura de um piso

Fonte: NBR 13753, 1996, p.3.

a) Preparo da Base

Caso o assentamento seja no pavimento térreo, devem ser tomados os seguintes cuidados na execução do terrapleno:

- retirar cerca de 30 a 40 cm da camada superficial do solo pouco permeável, misturá-lo com areia grossa ou entulho triturado de alvenaria da própria obra, e reaterrar
- aplicar o terrapleno e colocar um lastro de pedra britada com espessura de cerca de 10 cm, sobre a qual será executada a base no caso de terrenos argilosos ou humíferos, que retêm energeticamente água, projetar e executar drenagem e impermeabilização
- prever uso de drenos para casos extremos de lençol freático aflorado ou à pouca profundidade. (CARVALHO JUNIOR, 2005b, p.7)

A base deverá ser executada de forma que a superfície apresente um caimento de 0,5% em direção ao ralo, não devendo ser ultrapassado o valor de 1,5%. Deve ser preparada para receber as camadas de regularização, intermediária e do contrapiso. “De maneira geral, a superfície da base não deve apresentar áreas muito lisas ou úmidas, manchas de ferrugem, pulverulência ou impregnação com substâncias gordurosas” (NBR 13753, 1996, p.5).

Devem-se prever juntas de movimentação, assentamento, dessolidarização e estruturais conforme as definições da NBR 13753 (1996) (Figura 8). As juntas de movimentação subdividem o revestimento do piso visando aliviar tensões derivadas da movimentação da base; as de assentamento estabelecem um

espaçamento regular entre placas adjacentes; as de dessolidarização separam o revestimento do piso para aliviar tensões provenientes da movimentação da base e as juntas estruturais aliviam tensões provocadas pela movimentação da estrutura.

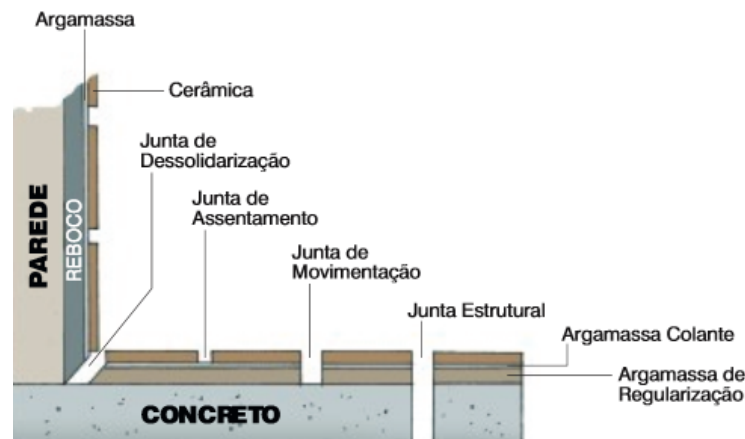


Figura 8: Desenho esquemático dos tipos de juntas

Fonte: ITAGRES, 2012, p.08.

No caso de cozinhas industriais, as juntas de movimentação devem ser executadas sempre que a área total for igual ou superior a 20m² ou sempre que uma das dimensões do revestimento for superior a 4 metros. As juntas de dessolidarização deverão ser executadas “no perímetro da área revestida e no encontro com colunas, vigas e saliências ou com outros tipos de revestimentos” (NBR 13753, 1996, p.7). A profundidade das juntas deve ser até a base ou camada de impermeabilização, sendo preenchidas com material deformável e vedada com selante flexível (Figura 9). As juntas estruturais devem ter suas dimensões seguidas em toda a espessura do revestimento.

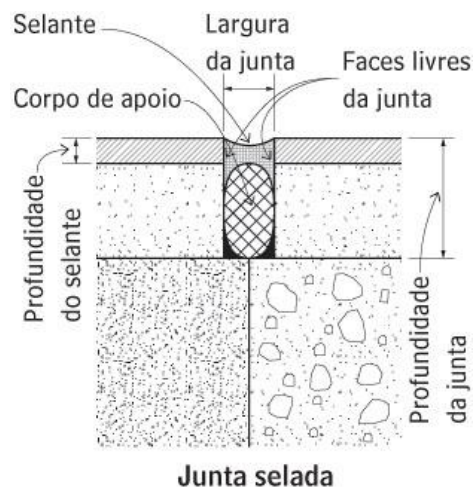


Figura 9: Detalhe da junta com selante flexível
 Fonte: GEROLLA, 2006.

b) Camada de Regularização

A camada de regularização deverá ser empregada quando a base apresentar irregularidades que impeçam atingir a espessura do contrapiso, quando for necessária a correção da sua declividade para atingir o caimento especificado ou quando a base precisar ser preparada para receber uma camada de separação ou de impermeabilização (Figura 10). Essa deve ser executada o quanto antes em relação ao assentamento do revestimento cerâmico e ser “constituída por argamassa de cimento e areia média úmida no traço recomendado de 1:6 em volume” (NBR 13753, 1996, p.8) com espessura entre 10mm e 30mm. Caso seja necessário atingir uma espessura maior, a argamassa deverá ser lançada em etapas.

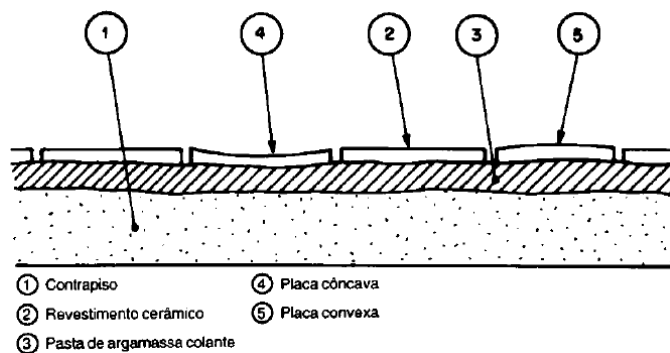


Figura 10: Pasta de argamassa colante que deve preencher irregularidades da superfície do contrapiso e da base das placas cerâmicas.

Fonte: NBR 13753, 1996, p.15

c) *Camada de Separação*

Deve ser utilizada quando está prevista na especificação das juntas de movimentação; quando os prazos mínimos de cura da base ou argamassa de regularização não são respeitados ou quando a base está “sujeita a deflexões próximas aos limites máximos estabelecidos na NBR 6118” (NBR 13753, 1996, p.8). Segundo a NBR 13753 (1996), essa camada pode ser constituída pelos seguintes materiais:

“papel Kraft com gramatura igual ou maior que 80g/m², membrana de polietileno com espessura mínima de 0,1mm, feltro asfáltico com gramatura mínima de 250g/m², membrana de poliisobutileno com espessura mínima de 0,8mm, membrana de cloreto de polivinila com espessura mínima de 0,8mm.” (NBR 13753, 1996, p.8).

Sua aplicação deve ser feita em etapas, simultaneamente a execução do contrapiso para evitar danos mecânicos. A camada imediatamente acima da

camada de separação deverá ser “reforçada com tela soldada de malha quadrada 50mmx50mm e [...] diâmetro de cerca de 1,65mm” (NBR 13753, 1996, p.9).

d) Camada Intermediária de Enchimento

Quando se desejar elevar o nível do piso, embutir canalizações ou isolar termicamente deve-se executar a camada intermediária de enchimento que pode ser constituída por diversos materiais desde que livres de umidade, matéria orgânica, sulfatos ou outras substâncias agressivas. A técnica de execução dessa camada irá depender do material utilizado.

e) Contrapiso

É constituído por argamassa de cimento e areia úmida ou por argamassa de cimento, cal hidratada e areia média úmida com espessura entre 15mm e 25mm. Deverá ser executado após, no mínimo, sete dias da conclusão da camada imediatamente inferior (base ou camada intermediária) e, no mínimo, sete dias antes do assentamento do revestimento cerâmico. O acabamento deverá ser feito na medida em que a argamassa é lançada e deixando a superfície com textura áspera, o que pode ser através de sarrafeamento ou ligeiro desempenamento (NBR 13753, 1996, p.9) (Figura 11).



Figura 11: Preparo do contrapiso

Fonte: 4SHARED.

f) Assentamento do Revestimento Cerâmico

As placas cerâmicas deverão “ser assentadas a seco sobre a argamassa colante estendida sobre a base” (NBR 13753, 1996, p.5). O assentamento da argamassa poderá ser manual ou mecânico. As placas cerâmicas que apresentem reentrâncias de altura maior que 1 mm no tardo de devem ser preenchidas com pasta de argamassa colante (Figura 12). O controle de alinhamento das juntas é feito com auxílio de linha esticada nos sentidos longitudinal e transversal (Figura 13).



Figura 12: Preenchimento prévio das reentrâncias do tardo das placas cerâmicas com argamassa colante
Fonte: WEBER, Saint-Gobain.



Figura 13: Alinhamento das juntas
Fonte: DIY ADVICE.

g) Rejuntamento

Decorridos no mínimo três dias do assentamento das placas cerâmicas, é feito o rejuntamento com o uso de pranchas largas de madeira para transitar sobre o piso. Em cozinhas industriais, recomenda-se a utilização de argamassa do tipo aluminoso, anticorrosivo, a base de bauxita e resistente a substâncias corrosivas. As juntas devem estar isentas de sujidades e umedecidas através do uso de broxa para aplicação da argamassa de rejuntamento. Essa deve ser aplicada em excesso, preenchendo as juntas por completo (Figura 14). Após secagem da argamassa de rejuntamento, procede-se com a limpeza do revestimento cerâmico através de esponja de borracha macia, limpa e úmida.



Figura 14: Rejuntamento do revestimento cerâmico
Fonte: THIS OLD HOUSE.

A norma NBR 13753 (1996) recomenda que o revestimento só seja exposto ao tráfego de pessoas e objetos após sete dias do rejuntamento.

3.4. Revestimento de Alto Desempenho (RAD)

A NBR 14050 (1998) define os sistemas de revestimentos de alto desempenho (RAD) da seguinte forma:

“famílias de produtos compostos [...] de aglutinantes à base de resinas epoxídicas e agregados minerais. Apresentam alto desempenho físico e químico, com respeito aos ataques químicos, resistência à abrasão, impacto, compressão, tração, flexão e aderência aos substratos, em função dos aglutinantes, endurecedores e tipos de agregados empregados, e principalmente face à sua aplicação” (NBR 14050, 1998, p.1).

Os revestimentos de alto desempenho podem ser:

- Espatulado: consistência seca e aplicação à espátula;
- Autonivelante: Alta fluidez e auto-acomodação, ou seja, não há necessidade de aplicação forçada;
- Revestimento de múltiplas camadas: “formado por um conjunto de camadas superpostas e intimamente aderidas entre si” (NBR 14050, 1998, p.1);
- Pintura de alto desempenho: Pode ser de baixa ou alta espessura, sendo aplicado a pincel, rolo ou pistola. Os critérios de desempenho são de natureza química.

Seguem os critérios de desempenho definidos pela norma para cada tipo de

RAD:

Tabela 5: Critérios de Desempenho dos RAD

FONTE: BASEREVEST.

Ensaio	Norma	Un.	Espatula do	Autonivelante	Camadas Múltiplas	Pintura baixa espessura	Pintura alta espessura
Resistência ao impacto	BS8204	mm	≤ 0,30	≤ 0,25	≤ 0,2	n.d.	n.d.
Resistência à abrasão (1)	NBR 12042	mm	≤ 2,30	≤ 0,90	≤ 1,20	n.d.	n.d.
Resistência à abrasão (2)	Equip. USP	mm	≤ 2,20	≤ 0,80	≤ 1,10	n.d.	n.d.
Resistência à abrasão (3)	ASTM D 1044 (Taber)	mm	n.a.	n.a.	n.a.	≤ 0,30	n.d.
Resistência à tração	ASTM C 307	MPa	≥ 6,5	≥ 8,5	n.d.	n.d.	n.d.
Resistência à compressão	ASTM C 579	MPa	≥ 45	≥ 40	≥ 40	n.d.	n.d.
Resistência à flexão	ASTM C 580	MPa	≥ 20	≥ 20	≥ 25	n.a.	n.d.
Resistência de aderência	ASTM D 4541	MPa	≥ 2,5	≥ 2,5	≥ 2,5	≥ 3,0	n.d.
Absorção	ASTM C 413	%	≤ 1,0	≤ 0,30	≤ 0,25	≤ 0,20	n.d.

Obs.:

- A NBR 14050 está sendo revisada.
- A denominação “n.d.” utilizada na tabela significa que o limite não foi definido. Na revisão da NBR 14050, certamente serão realizadas novas baterias de ensaios, para a definição destes limites.

3.4.1. Resina Epóxi

Resinas epóxi são resinas sintéticas que possuem em sua molécula um ou vários grupos epóxi. Ao reagir com agentes de cura, transforma-se em um polímero termorrígido com características distintas que irão depender do agente de cura utilizado. Como exemplo, eles poderão atribuir propriedades como maior flexibilidade, resistência a ácidos, maior resistência mecânica, etc.

“Podemos chamar de agentes de cura de sistemas epóxi os produtos

derivados das aminas: poliaminas, poliamidas e os ácidos e anidridos orgânicos” (KONRAD, 2003).

As resinas epóxi passaram a ser amplamente utilizadas na construção civil devido à sua alta aderência. Os diferentes tipos de resina epóxi são geralmente formados por três componentes: o ligante, que é a resina base, o endurecedor reativo e as cargas que podem estar associadas ao sistema de pavimentação. Normalmente, o sistema é constituído por três componentes distintos, exceto em casos nos quais as cargas estejam incorporadas em um dos componentes líquidos. Alguns produtos podem conter aditivos como pigmentos, aceleradores, emulsionantes ou estabilizadores (GARCIA *et al*, 2006, p.3-4).

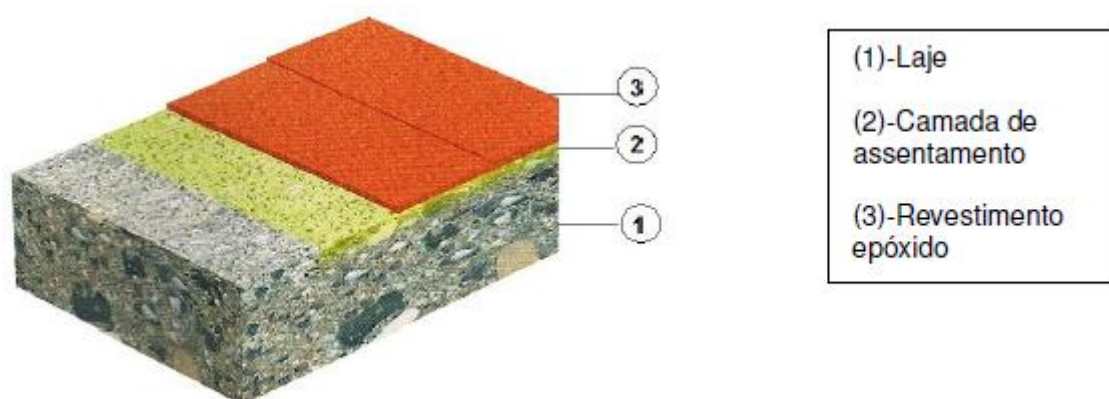


Figura 15: Revestimento epóxi multicamada
FONTE: SALVATERRA, 2009, p.62.

3.4.2. Resina Metilmetacrilato (MMA)

Consiste em uma resina acrílica produzida pela polimerização de metilmetacrilato monomérico. Os pisos em metilmetacrilato “são resistentes a agressões químicas de sais, óleos, gorduras e demais agentes químicos normalmente usados em indústrias de alimentos” (SONSIL, 2013). Apresentam boa resistência a lavagens constantes, são impermeáveis, não proliferam fungos ou bactérias, possuem elevada aderência, grande resistência a ataques químicos, excelente resistência mecânica, resistência a choques térmicos, aos raios ultravioletas e a elevadas temperaturas. “São pisos monolíticos (sem juntas), não porosos e com arremates perfeitos com paredes, ralos e canaletas, o que facilita a limpeza e a higienização” (SONSIL, 2013). Além disso, propiciam um acabamento esteticamente agradável, não possuem solventes em sua composição e não agredem o meio ambiente por serem isentos de componentes voláteis orgânicos. “Estes revestimentos são normalmente exigidos quando é necessária alguma resistência adicional ou específica em detrimento das resinas epoxídicas”. (SALVATERRA, 2009, p.40-41)

Seu tempo de cura é de até duas horas e sua durabilidade gira em torno de trinta anos sem necessidade de manutenção. Além disso, há a opção de textura antiderrapante aumentando a segurança do trabalho.

3.4.3. Resina Poliuretana

Segundo SALVATERRA (2009, p.40), as resinas de poliuretano possuem excelente resistência química e física, elevada resistência às ações químicas e às variações térmicas, boa resistência à abrasão e aos impactos moderados. Devido a estas características, podem ser utilizadas em laboratórios, cozinhas industriais, etc. Esta resina tem grande aplicação como revestimento, pois pode ser aplicada em diversos substratos como aço, concreto, madeira, plásticos e metais.

Geralmente, constituem-se de dois componentes básicos: o aglutinante, responsável pela formação do revestimento, e um líquido volátil que propicia a viscosidade apropriada e que é normalmente eliminado por evaporação. Além disso, sua composição pode conter aditivos. Segundo COUTINHO (1999, p.43), esse revestimento também pode ser encontrado em pó sem a presença de componentes líquidos. Nesses casos, o produto é à base de polímeros depositados na superfície durante a aplicação, normalmente através de um processo eletrostático, seguido de aquecimento para conseguir a aderência, resultando em revestimentos termoplásticos ou termorrígidos².

² Os polímeros termoplásticos podem ser conformados várias vezes desde que reaquecidos, enquanto os termorrígidos só podem em um estágio intermediário de sua fabricação (COELHO, 2005, p.16).

3.4.4. Procedimentos de Execução

Para a execução de piso em RAD, deve-se preparar a superfície do substrato, preferencialmente através de métodos mecânicos, removendo possíveis contaminações e conferindo se a rugosidade está adequada para a aderência do revestimento. A NBR 14050 (1998) recomenda que os RAD sejam aplicados em concretos novos com idade de cura mínima de sete dias.

A regularização do substrato, se necessária, “dependerá da espessura, área e prazo disponível entre a execução da regularização e da aplicação do RAD” (NBR 14050, 1998, p.12).

a) Aplicação de RAD monolítico espatulado

Com a superfície do substrato nivelada, regular, limpa e com a faixa de umidade superficial dentro da especificação de projeto, é aplicada a ponte de aderência (primer) utilizando um pincel que é esfregado fortemente contra o substrato até cobertura uniforme da área. Após a aplicação do primer e enquanto esse se encontra pegajoso, é espalhado uniformemente o RAD com uso de espátula na espessura especificada em projeto. A compactação e acabamento são feitos com desempenadeira de madeira e aço, respectivamente, “comprimindo o RAD contra o substrato, de modo a

compactar e dar a superfície o acabamento e espessura especificados” (NBR 14050, 1998, p.12) (Figura 16).



Figura 16: Execução do revestimento epóxi espatulado

Fonte: PINIPISOS.

Recomenda-se aguardar 24 horas para permitir o tráfego leve, 72 horas para tráfego pesado e sete dias para a exposição à água e produtos químicos.

b) Aplicação de RAD monolítico autonivelante

Sua aplicação deve ser realizada quando a temperatura ambiente estiver entre 12°C e 35°C. “A superfície deve estar nivelada e regular, admitindo-se no máximo 3% de caimento” (NBR 14050, 1998, p.13). Com a superfície limpa e na faixa de umidade superficial especificada em projeto, é aplicado o primer selador utilizando um pincel que é esfregado fortemente contra o substrato até cobertura uniforme da área, mantendo a camada com a menor espessura possível e evitando empoçamento em áreas pontuais. Após a secagem do

primer selador, é espalhado uniformemente o revestimento com o uso de desempenadeira. A NBR 14050 (1998) sugere a utilização de misturadores mecânicos para uma mistura homogênea e a distribuição do “revestimento em pequenas circunferências ou em faixas lineares espaçadas de 15 cm” (NBR 14050, 1998, p.13).

Aplica-se rolo quebra-bolhas realizando movimentos de vaivém na mesma direção visando remover todo o ar incorporado, retirar marcas da desempenadeira e possibilitar a formação de uma camada superficial rica em resina (Figura 17). Para remover quaisquer outras imperfeições, passa-se o rolo novamente durante um tempo de 15 a 30 minutos. Tal procedimento deverá ser repetido caso persista a presença de bolhas na superfície. Os prazos para permitir o tráfego no RAD monolítico autonivelante são os mesmos especificados para o RAD monolítico espatulado.



Figura 17: Aplicação do revestimento epóxi autonivelante
Fonte: PINI PISOS.

c) Aplicação de RAD monolítico multicamadas

Verificar se a superfície está nivelada e limpa. Caso haja irregularidades, essas deverão ser corrigidas conforme orientações do fabricante antes da aplicação. Procede-se então com a aplicação do primer selador ou camada base, em seguida são espalhados os agregados até a cobertura total da camada imediatamente anterior. Após o seu endurecimento, são removidos os excessos e repetida a operação até que se atinja a espessura especificada em projeto. A finalização é feita com a aplicação da camada de acabamento (Figura 18).



Figura 18: Aplicação do revestimento epóxi multicamadas
Fonte: PINI PISOS.

d) Aplicação de pintura de alto desempenho

A NBR 14050 (1998) recomenda que os substratos de concretos velhos tenha resistência à compressão de 20 MPa e estejam livres de adições de cal, cloretos ou outros sais. Caso esse apresente regularidades, elas deverão ser

corrigidas antes da aplicação. Aplica-se então o primer “sobre a superfície limpa e dentro da faixa de umidade superficial especificada em projeto” (NBR 14050, 1998, p.14) e, após aguardar o tempo recomendado pelo fabricante, aplicam-se as camadas de acabamento até obtenção da espessura desejada (Figura 19).



Figura 19: Aplicação de pintura epóxi
Fonte: PINI PISOS.

e) *Cuidados na aplicação do RAD*

Devem ser tomados os seguintes cuidados na aplicação: em locais confinados, utilizar ventilação forçada durante aplicação do revestimento; os equipamentos de mistura devem ser à prova de explosão; as condições de uso das instalações elétricas devem ser certificadas; não fumar na área de trabalho; não realizar a limpeza da pele com solventes; utilizar luvas e óculos de proteção e, caso haja contato com os olhos, lavá-los imediatamente com água limpa e abundante e consultar um médico.

4. ESTUDOS DE CASO – EXEMPLOS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

A ocorrência de manifestações patológicas tem aumentado consideravelmente devido ao aumento de construções má executadas, o que muitas vezes ocorre por uma necessidade de acelerar a entrega do empreendimento sem levar em consideração que isso pode prejudicar a sua qualidade. Segundo SALVATERRA (2009, p.50), 60% das patologias ocorrem devido a erros de concepção, projeto, fabricação de materiais, construção e manutenção. Elas podem ser classificadas em três tipos: prematuras, reincidentes e correntes. As patologias prematuras são as que aparecem nos primeiros anos da edificação, geralmente devido a erros de projeto e concepção. As patologias reincidentes derivam da má execução da correção de uma patologia. Todas as demais são consideradas patologias correntes.

As patologias podem ser devido à ação humana ou ação natural. A ação humana pode ocasionar erros na concepção do projeto, na execução e no comportamento do material. Os erros na concepção podem ser devido à falta de conhecimento técnico; não qualificação profissional do especificador; aplicação de novos materiais; não compatibilização dos projetos; etc. Os erros na execução geralmente ocorrem devido a não qualificação da mão de obra;

exigência de rapidez na construção sem respeitar os prazos mínimos necessários de cada etapa; desconhecimento dos materiais; etc. Já os erros no comportamento do material ocorrem ainda na sua fabricação, quando não se realizam os ensaios técnicos necessários antes da comercialização do produto.

As patologias manifestadas pela ação natural podem ser de origem física, química ou biológica. Além disso, podem também derivar de catástrofes naturais, como ataques sísmicos, enchentes, tempestades, explosões, etc.

Com o intuito de verificar na prática o desempenho dos pisos analisados no presente trabalho, realizaram-se visitas em algumas cozinhas industriais para verificar as manifestações patológicas comuns de ocorrerem em revestimentos de pisos. Os dados aqui apresentados resultam de visitas realizadas em diferentes datas visando acompanhar a conservação do material. A seguir, serão descritos para os distintos restaurantes, as condições de uso dos revestimentos de piso.

4.1. *Revestimento Cerâmico*

Segundo SALVATERRA (2009, p.51), algumas das patologias mais comuns nos revestimentos cerâmicos são: descolamento, fissuração, eflorescências,

desgaste excessivo, alteração da cor, deterioração das juntas, falta de planaridade e falta de aderência.

Verificou-se o descolamento do revestimento cerâmico em diversas das unidades visitadas. Na Figura 20, observa-se que, embora tenha sido utilizado um revestimento de piso adequado para o local, há a presença do descolamento das placas cerâmicas extrudadas. Isso pode ter ocorrido devido à especificação incorreta do tipo de argamassa, erro no assentamento das placas ou ainda inclinação incorreta do contrapiso, levando ao acúmulo de água em alguns pontos acelerando a degradação do rejunte e argamassa. A interface entre o revestimento de piso e a canaleta também pode estar com infiltração, decorrente da falta de uma impermeabilização adequada, ocasionando este descolamento.



Figura 20: Descolamento do revestimento cerâmico extrudado

Fonte: Acervo pessoal.

Também é frequente a presença de quebra da quina das peças cerâmicas (Figura 21), principalmente onde contornam as canaletas. Isso geralmente ocorre quando as canaletas não estão adequadamente niveladas com o revestimento de piso.



Figura 21: Quebra da quina da peça cerâmica extrudada

Fonte: Acervo pessoal.

Outra patologia frequentemente observada são as manchas de umidade nas placas cerâmicas prensadas (Figura 22, Figura 23 e Figura 24). Supõe-se que isso se deva ao uso de placas com um alto coeficiente de absorção de água o que indica um erro na especificação do projeto.



Figura 22: Manchas de umidade em revestimento cerâmico prensado
Fonte: Acervo pessoal.



Figura 23: Manchas de umidade em revestimento cerâmico
Fonte: Acervo pessoal.



Figura 24: Manchas de umidade em revestimento cerâmico
Fonte: Acervo pessoal.

O descolamento de placas cerâmicas prensadas (Figura 25 e Figura 26) também é comumente identificado em cozinhas industriais devido, provavelmente, ao uso de argamassa incorreta.

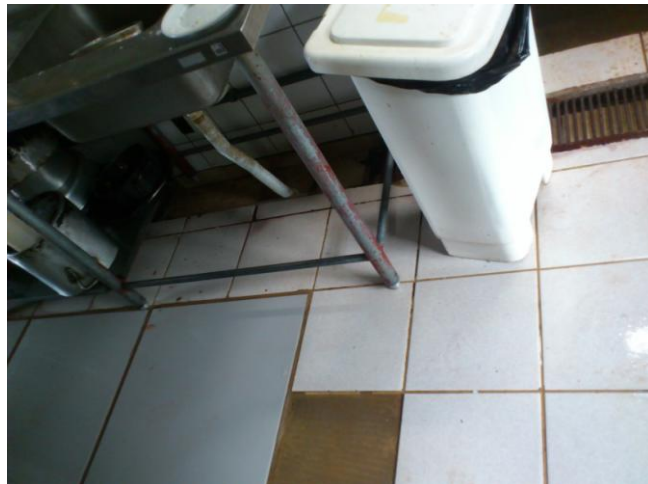


Figura 25: Descolamento de placa cerâmica prensada
Fonte: Acervo pessoal.



Figura 26: Descolamento de placa cerâmica prensada

Fonte: Acervo pessoal.

Diante das patologias identificadas como as mais comuns em pisos com revestimentos cerâmicos, SALVATERRA (2009, p.52) descreve algumas orientações para evitar descolamento das placas, surgimento de trincas ou lascagem da quina das peças:

- Executar as juntas de acordo com o tipo do material que está sendo utilizado, principalmente para peças cerâmicas extrudadas;
- Seguir as instruções do fabricante quanto ao procedimento de assentamento;
- Respeitar as juntas de dilatação da estrutura e realizá-las no revestimento;

- Planejar o processo de assentamento das peças verificando condições da superfície, ritmo do trabalho, tempo de abertura da argamassa, condições atmosféricas e as condições de suporte;
- Garantir contato integral entre o tardo das peças cerâmicas e a argamassa.

4.2. Revestimento de Alto Desempenho (RAD)

SALVATERRA (2009) descreve como as patologias mais correntes na superfície dos revestimentos de alto desempenho as seguintes: “descolamento, empolamento, fissuração, manchas, desgaste, falta de planimetria, bolhas osmóticas, bolhas de difusão de ar e perda de tonalidade” (SALVATERRA, 2009, p.51). Já nos arremates, o mais comum é o descolamento nos elementos de ligação e, nas juntas de dilatação, é comum haver descolamento ou fissuração.

Na cozinha visitada, o revestimento no piso foi executado em Agosto de 2012 (Figura 27). Na visita realizada em Junho de 2013, o piso já apresentava manchas de desgaste superficial (Figura 28), provavelmente devido ao trânsito constante de pessoas e carrinhos.



Figura 27: Revestimento de Alto Desempenho executado em Agosto/2012.
Fonte: Acervo pessoal.



Figura 28: Desgaste superficial do revestimento em Junho/2013.
Fonte: Acervo pessoal.

Segundo SALVATERRA (2009, p.52-53), nesses casos em que há desgaste do piso RAD, deve-se aplicar um revestimento multicamada ou outro que seja à base de Resina Epóxi com boa resistência química, mecânica, à abrasão e às tensões. É importante especificar um revestimento que seja coerente com a utilização do local.

5. ANÁLISE COMPARATIVA DOS REVESTIMENTOS DE PISO

Pelas visitas técnicas, constatou-se que os pisos de cozinhas industriais estão sujeitos a fatores como gordura, contato com alimentos, calor, vapor, produtos de limpeza, equipamentos pesados (Figura 29), grandes impactos, umidade (Figura 30), além de baixas temperaturas. O revestimento ideal nesse caso deveria ter características de alto tráfego, ter baixa absorção de água, ser antiácido, antiderrapante, ser monolítico ou constituído por peças de grandes dimensões (para redução da área de juntas), ser de fácil higienização, ter cores claras, ter resistência a impactos, ter resistência ao fogo, ter resistência ao congelamento e a produtos químicos.



Figura 29: Exemplo de equipamentos existentes em cozinhas industriais: forno e caldeirões à esquerda; refrigeradores à direita.

Fonte: Acervo pessoal.



Figura 30: Áreas sujeitas a muita umidade: higienização de panelas à esquerda e higienização de pratos e talheres à direita.

Fonte: Acervo pessoal.

Convém, no entanto ressaltar que nem todas estas exigências dependem exclusivamente do material da superfície. A resistência ao escorregamento, por exemplo, é um requisito que depende de vários fatores, não sendo uma característica intrínseca ao material de acabamento. Este requisito é influenciado pelo tipo de material empregado, o tipo de solado utilizado para transitar sobre ele, o meio físico entre o solado e a superfície do piso e também a forma de interação do usuário com a superfície. Sendo assim, não se pode classificar uma camada de acabamento como antiderrapante e sim definir uma condição de uso com menor risco de escorregamento. Devido a isso, não se deve considerar somente o coeficiente de atrito da camada de acabamento como parâmetro para definir se um revestimento é antiderrapante.

Verifica-se assim a complexidade envolvida na especificação do revestimento de piso mais adequado e percebe-se que não é possível estabelecer uma regra dos revestimentos que são mais adequados, pois isso irá depender de cada situação e dos condicionantes envolvidos. Abaixo foram relacionadas as características de alguns dos tipos de revestimento de piso analisados anteriormente (Tabela 6).

Tabela 6: Características técnicas de diferentes tipos de revestimento

Fonte: Laudos técnicos de fabricantes.

CARACTERÍSTICAS	TIPO DE REVESTIMENTO					
	Cerâmica Prensada PEI5 Eliane Arqtec RA	Cerâmica Extrudada NB3008K 12 Hunter Douglas 8mm	Resina Epóxi Multica mada	Resina MMA Full Flake	Resina MMA Autonivelante Saturado	
Absorção de água (%)	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	0,2	-	
Módulo de resistência à flexão (MPa)	≥ 45	≥ 35	≥ 20	25,5	-	
Carga de Ruptura (N)	≥ 1800N	1800N	-	-	-	
Resistência ao choque térmico	Resiste	Resiste	-	Resiste	Resiste	
Resistência ao impacto (mm)	-	Resiste	0,25	-	0.000008	
Resistência ao manchamento	≥ Classe 3	Classe 5	-	-	-	
Resistência ao congelamento	-	Resiste	-	-	-	
Resistência à compressão (MPa)	-	-	67,7	57,6	46,4	
Resistência à tensão (MPa)	-	-	13,5	13,5	15,2	
Módulo de elasticidade (MPa)	-	-	0,07	-	2550	
Coeficiente de atrito em área molhada	≥ 0,4	≥ 0,4	-	0,5	-	
Resistência aos agentes químicos	Doméstico	≥ UB	GA	-	Resiste	Resiste
	Ácidos e Alcalis de baixa concentração	≥ ULB	GLA	-	Resiste	Boa resistência
Inflamabilidade	Não-inflamável	Não-inflamável	Baixa	Auto-Extinguível	Facilmente inflamável	

Definição - Resistência Química

Códigos de classificação: XYZ (Ex:GHA)

X - Uma letra: G (superfície esmaltada) ou U (superfície não esmaltada) | Y - Uma letra: H (solução de alta concentração) ou L (solução de baixa concentração) | Z - Uma letra: Classe de resistência química:

A = Alta | B = Média | C = Baixa

Definição – Resistência a Manchas

Classe 5 - Máxima facilidade de limpeza | Classe 4 - Mancha removível com produto de baixa concentração | Classe 3 - Mancha removível com produto de alta concentração | Classe 2 - Mancha removível com solventes | Classe 1 - Impossibilidade de remoção de manchas.

Pela Tabela 6, conclui-se que a cerâmica prensada é a de maior resistência à flexão. No entanto a cerâmica extrudada, em relação a anterior, possui uma maior resistência química e é de mais fácil limpeza, além de resistir a impactos e ao congelamento. Devido a essas características, esse é um revestimento que poderia ser considerado tanto nas áreas refrigeradas e congeladas da cozinha industrial como, por exemplo, as áreas de preparo dos alimentos e as câmaras frigoríficas, quanto nas áreas de cocção, devido a sua resistência ao impacto e a choques térmicos.

Em termos de absorção de água, a Resina MMA Full Flake é a que apresenta o maior valor dentre os revestimentos analisados, o que indica que é um material mais poroso e não necessariamente que permita uma maior penetração de água. Ao mesmo tempo, é a opção que possui o maior coeficiente de atrito além de elevada resistência mecânica, resistência a choques térmicos e facilidade de limpeza e manutenção. Por essas características, é mais indicado em áreas onde há circulação intensa de pessoas, como no salão de grandes restaurantes. Já a Resina MMA

Autonivelante Saturada Flexível é indicada em áreas refrigeradas, como as câmaras frigoríficas. No entanto, por ser facilmente inflamável, não deve ser utilizado em áreas que estejam próximas de fontes de calor.

A análise comparativa dos custos de algumas peças existentes no mercado evidencia a grande diferença de preço de cada tipo de revestimento (Tabela 7). Percebe-se assim a importância da escolha criteriosa do revestimento mais adequado e com melhor custo/benefício para cada situação.

Tabela 7: Comparação do preço/m² de revestimentos de piso

Fonte: Pesquisa de mercado.

Tipo de Revestimento		Preço Un.	Preço/m ²
Cerâmica Prensada	Placa Cerâmica Prensada Eliane Arqtec RA 50x50	R\$53,00	R\$ 70,60
	Argamassa Colante de Alto Desempenho	R\$1,70	
	Rejunte Aluminoso - Antiácido	R\$15,90	
Cerâmica Extrudada	Placa Cerâmica NB3008K12 Hunter Douglas 30x30x08cm	R\$81,13	R\$ 98,73
	Argamassa Colante de Alto Desempenho	R\$1,70	
	Rejunte Aluminoso - Antiácido	R\$15,90	
Resina Epóxi Multicamada Espatulada (material e aplicação)		R\$78,00	R\$ 78,00
Resina MMA Autonivelante Saturado (material e aplicação)		~R\$220	~ R\$ 220,00

A cerâmica extrudada possui um método de fabricação mais complexo o que justifica seu custo mais alto em relação à cerâmica prensada. Este custo, no entanto, é compensado pelos seus benefícios tendo em vista que é um

revestimento com maior resistência química, fácil higienização, baixa absorção de água, além de resistir a impactos, choques térmicos e ao congelamento.

Outra opção são os revestimentos monolíticos, como as resinas Epóxi e MMA que embora tenham um custo elevado, possuem a vantagem de não possuir juntas que são áreas que tendem ao acúmulo de sujidades. Além disso, possui um rápido processo de aplicação e de cura o que é uma vantagem em áreas produtivas que não podem ser paralisadas para a troca do revestimento do piso. Dentre as resinas analisadas, a Epóxi apresenta um melhor custo/benefício. Isso porque tem uma maior resistência à compressão, baixa inflamabilidade, baixa emissão de fumaça, baixa absorção de água, resistência ao impacto, acabamento rugoso, mesma resistência à tensão que a Resina MMA, mas com um custo quase 65% mais baixo. A Resina MMA é adequada em casos específicos em que é necessária uma resistência a qual a Resina Epóxi não consiga atender.

6. CONCLUSÃO

Os estudos ora apresentados evidenciam a importância da correta especificação dos revestimentos na fase de projeto, de acordo com as características do local em o revestimento de piso será aplicado. A escolha do material irá repercutir diretamente no custo final e no número de horas trabalhadas para a finalização do serviço. No entanto, de nada adianta todo o cuidado desta etapa se o procedimento de execução não for bem realizado. A correta execução influencia diretamente na qualidade e durabilidade do piso. Além disso, mesmo que a especificação e execução tenham sido feitas corretamente, é crucial realizar manutenções periódicas e preventivas no revestimento do piso de modo a evitar futuras manifestações patológicas. Embora não seja uma abordagem desenvolvida neste trabalho, convém também ressaltar que a definição do piso mais adequado deve levar em consideração aspectos da sustentabilidade. É de conhecimento geral que a indústria da construção civil gera consideráveis quantias de resíduos sólidos além de consumir muita energia. Sendo assim, torna-se inevitável a preocupação das empresas em escolherem materiais mais sustentáveis para seus empreendimentos. A escolha de materiais de revestimento com maior durabilidade garantirá uma maior vida útil e, portanto, reduzirá o impacto ambiental. Ainda há um longo caminho a percorrer até que se tenham

materiais de revestimento que atendam aos diversos aspectos normativos e funcionais de uma cozinha industrial e que sejam, ao mesmo tempo, sustentáveis. No entanto, verifica-se que algumas empresas já estão se conscientizando dessa importância em considerar a sustentabilidade e, por isso, estão adotando medidas de baixa emissão de carbono na produção de seus materiais de revestimento. Pode-se assim concluir que o revestimento ideal para uma cozinha industrial é aquele que consegue associar a durabilidade, sustentabilidade e a manutenção periódica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABITANTE, A.L.R. *Normalização, características e propriedades de componentes cerâmicos para revestimentos de pisos e paredes*. Criciúma: Cecrisa, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO (ABAL). *Fundamentos e aplicação do alumínio*. Disponível em: <ftp://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/EngMec_NOTURNO/TM343/09_1fundamentos-Alum%EDnio.pdf>. Acesso em Outubro de 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 13.753: Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento*. Rio de Janeiro, 1996.

_____. *NBR 13.816: Placas cerâmicas para revestimento: terminologia*. Rio de Janeiro, 1997.

_____. *NBR 13.817: Placas cerâmicas para revestimento: classificação*. Rio de Janeiro, 1997.

_____. *NBR 13.818: Placas cerâmicas para revestimento: especificação e métodos de ensaio*. Rio de Janeiro, 1997.

_____. *NBR 14050: Sistemas de revestimentos de alto desempenho, à base de resinas epoxídicas e agregados minerais – Projeto, execução e avaliação do desempenho - Procedimento*. Rio de Janeiro, 1998.

_____. *NBR 15575-3: Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos.* Rio de Janeiro, 2013.

ATLAS, Cerâmica. *Classificação comercial dos produtos cerâmicos.* Disponível em:

<http://www.ceratlas.com.br/ceramicaatlas/upload/manuais/Novo/classificacao_comercial.pdf>. Acesso em Outubro de 2013.

BASEREVEST. *Desempenho dos revestimentos epóxi.* Disponível em <http://www.baserevest.com.br/novo/artigos/desempenho-dos-revestimentos-epoxi/>. Acesso em Outubro de 2013.

BAUER, Roberto J. F. e RAGO, F.. *Expansão por Umidade de Placas Cerâmicas para Revestimento.* In: Cerâmica Industrial. São Paulo: 2000. 45p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução da diretoria colegiada nº 216, de 15 de setembro de 2004.* Brasília: Diário Oficial da União, 2004.

_____. *Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da diretoria colegiada nº 50, de 21 de fevereiro de 2002.* Brasília: Diário Oficial da União, 2002.

CARVALHO JUNIOR, Antônio Neves. *Módulo 2: Revestimentos cerâmicos e rochas ornamentais.* Belo Horizonte: UFMG, 2005a.

_____. *Módulo 3: Lambris, laminados, pisos, forros e divisórias.* Belo Horizonte: UFMG, 2005b.

_____. *Notas da aula de Técnicas de Revestimento*. Belo Horizonte: UFMG, 2013.

CERÂMICA PORTO FERREIRA. Área Técnica. Disponível em <<http://www.ceramicaportoferreira.com.br/area-tecnica.php?idioma=pt-BR>>.

Acesso em Janeiro de 2014.

COELHO, Antonio Carlos Vieira. *Materiais Poliméricos*. São Paulo: USP, 2005. Disponível em: <sites.poli.usp.br/d/pmt2100/aula11_2005_1p.pdf>.

Acesso em Janeiro de 2014.

COUTINHO, F. M. B.; DELPECH, M.C. *Poliuretanos como Materiais de Revestimento de Superfície*. In: *Polímeros: Ciência e Tecnologia*. Rio de Janeiro: 1999. 48p.

DIY ADVICE. *Installing ceramic tile*. Disponível em: <<http://www.diyadvice.com/diy/flooring/install-tile-floor/ceramic/>>. Acesso em Janeiro de 2014

ELIANE. *Tire suas dúvidas técnicas*. Disponível em: <www.eliane.com>. Acesso em Outubro de 2013.

FERREIRA, Cerâmica Porto. *Análise Crítica das Novas Normas Técnicas de Revestimentos Cerâmicos*. Capítulo Segundo: O fundamental das normas ISSO/NBR sobre placas cerâmicas para revestimento. In: *Revista Cerâmica Industrial*. São Paulo: ABC, 2000, p.7-16.

FIORITO, Antonio J.S.I. *Manual de argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução*. São Paulo: PINI, 1994. 221p.

FREIRE, Carlos. *Lajes e Pisos para Estrutura Metálica*. Disponível em <<http://www.metallica.com.br/lajes-e-pisos-para-estrutura-metalica>>. Acesso em Outubro de 2013.

GEROLLA, Giovanni. *Juntas para revestimentos de argamassa*. Técnica 108, 2006. Disponível em: <<http://arci53.blogspot.com.br/2008/05/juntas-para-revestimentos-de-argamassa.html>>. Acesso em Janeiro de 2014.

IAU, INSTITUTO DE ARQUITETURA E URBANISMO DE SÃO CARLOS. *Escolha do revestimento cerâmico*. São Paulo: USP. Disponível em: <<http://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arqtema/ceramica/principal6.htm>>. Acesso em Outubro de 2013.

ITAGRES, Revestimentos Cerâmicos. *Manual Técnico*. Santa Catarina, 2012, p.08. Disponível em: <http://www.itagres.com.br/f/documentos/manual-tecnico.pdf>. Acesso em Janeiro de 2014.

MULTINOX. *Ralo sifonado com canaleta em aço inox*. Disponível em: <<http://www.multinox.com.br/produto.php?idP=40>>. Acesso em Janeiro de 2014.

PINI PISOS. *Tipos de revestimento*. Disponível em: <<http://www.pinipisos.com.br/revestimentos.htm>>. Acesso em Janeiro de 2014.

PORTARIA CENTRO DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (PORTARIA CVS). *Regulamento Técnico, que estabelece os Parâmetros e Critérios para o Controle Higiênico-Sanitário em Estabelecimentos de Alimentos*. Brasília: Diário Oficial da União, 1999.

REBELATO, Marcelo Giroto. *Uma análise sobre a estratégia competitiva e operacional dos restaurantes self-service*. São Paulo: USP, 1997.

SALVATERRA, Luís G.C.P. *Processos de manutenção técnica de edifícios em revestimentos de piso: pavimentos industriais*. Portugal: Universidade do Porto, 2009.

4SHARED. *Execução de contrapiso das lojas*. Disponível em: <http://www.4shared.com/all-images/8s_IPMED/09-08-13.html?locale=ru>. Acesso em Janeiro de 2014.

SOARES, Tanísia Negrello. *Revestimentos de pisos hospitalares: avaliação das condições de uso em Porto Alegre*. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

SONSIL ENGENHARIA. *Revestimento*. Disponível em: <<http://www.sonsil.com.br/rev08.html>>. Acesso em Outubro de 2013.

THIS OLD HOUSE. *How to tile a floor*. Disponível em: <<http://www.thisoldhouse.com>>. Acesso em Janeiro de 2014.

WEBER, Saint-Gobain. *Cimentcola Flexível*. Disponível em: <http://www.weber.com.br>. Acesso em Janeiro de 2014.